

ных солей метиленфосфоновых кислот. Продукт нейтрализации использовался в качестве огнезащитного состава для древесины [3].

Продукты деструкции, были использованы в качестве модифицирующей добавки к битуму дорожному марки БНД 90/130. Было проанализировано влияние различных концентраций продуктов аминализа на физико-механические характеристики битума.

1. Слипатов Ю.С., Керча Ю.Ю., Сергеева Л.М. Структура и свойства полиуретанов. Киев : Ин-т химии высокомолекуляр. соединений, 1970. 288 с.

2. Балакин В.М., Гарифуллин Д.Ш. Химические методы утилизации полиуретанов : (обзор) // Пласт. массы. 2011. № 10. С. 50–56.

3. Балакин В.М., Гарифуллин Д.Ш., Ислентьев С.В. Азотфосфорсодержащие огнезащитные составы на основе продуктов аминализа полиуретанов // Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 8. С. 13–15.

ФЕРРОЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО ИСПАРЕНИЯ

*Новоселова Ю.П.⁽¹⁾, Сафронов А.П.^(1,2), Lezama L.⁽³⁾, Бекетов И.В.^(1,2),
Степанова Е.А.⁽¹⁾, Саматов О.М.⁽²⁾, Курляндская Г.В.^(1,3)*

⁽¹⁾Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

⁽²⁾Институт электрофизики УрО РАН
620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, д. 106

⁽³⁾University of the Basque Country UPV-EHU
48940, Leioa, Spain

Магнитные феррожидкости - это уникальные материалы, обладающие таким сочетанием свойств как текучесть и способность изменения ряда параметров под воздействием внешнего магнитного поля. Для ряда биомедицинских приложений (гипертермии, химиотерапии, усиления контраста и др.) требуются деагрегированные магнитные наночастицы (МНЧ) в виде феррожидкостей на водной основе. Существует набор химических и электрофизических методов получения сферических наночастиц оксидов железа, но особенно перспективны те из них, что обеспечивают получение больших партий нанопорошков. МНЧ, получаемые методом конденсации из паров, имеют четко выраженную тенденцию к агрегированию. Поэтому выбор оптимальных параметров необхо-

дим для предотвращения образования несферических агрегатов в процессе конденсации из газовой фазы.

В данной работе сферические МНЧ маггемита различной стехиометрии, были приготовлены методом лазерного испарения с помощью иттербиевого волоконного ($\lambda=1,07$ мкм). Оптимальный режим для получения МНЧ - абляция в смеси азота и кислорода с частотой 5 кГц при длительности импульса 60 мкс. Рентгенофазовый анализ (РФА) был выполнен с помощью дифрактометра DISCOVER D8 Bruker (Cu-K α $\lambda=0,15418$ нм). Установлено, что МНЧ обладают структурой обратной шпинели с разной степенью стехиометрии. С целью сепарирования и выделения фракции с узким распределением по размерам проводились ультразвуковое деагрегирование и центрифугирование. Для оценки степени агрегированности МНЧ в суспензии использовался метод динамического рассеяния света.

Магнитные свойства МНЧ и феррожидкостей на их основе исследовались с помощью вибрационного и СКВИД магнитометров. Образцы представляли собой нанопорошки оксида железа различной стехиометрии: Fe_{2,70}O₄, Fe_{2,84}O₄, Fe_{2,79}O₄, Fe_{2,75}O₄ и феррожидкости на их основе. По результатам измерений петель гистерезиса при температурах 5 до 300 К были получены температурные зависимости остаточной намагниченности, коэрцитивной силы и намагниченности насыщения. При комнатной температуре наблюдались очень низкие значения коэрцитивной силы и остаточной намагниченности, а магнитное поведение удалось описать в рамках модели «ферритмагнитное ядро-оболочка» (ядро составляло примерно 70% общего объема, а оболочка характеризовалась разупорядоченным спин-стекольным поведением). Исследования ферромагнитного резонанса на частоте 9,5 ГГц показали, что полученные МНЧ магнитнооднородны, в полях характерных для сферических МНЧ маггемита наблюдался только один резонанс при ширине линии около 1 кЭ.

Работа выполнена при финансовой поддержке CRDF и УрО РАН в рамках гранта RUE2-7103-EK-13. Некоторые измерения проведены в ЦКП УрФУ. Selected measurements were performed at UPV-EHU SGiker services.